

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

TRABAJO FINAL PRESENTADO PARA OPTAR AL GRADO
DE INGENIERO AGRÓNOMO
MODALIDAD: PROYECTO

CARACTERIZACIÓN DE CRUZAS Y POBLACIONES DE
MAÍZ TIPO “PLATA”

Noelia Sofía Adamo
DNI: 32899311

Director: Víctor Ferreira
Co-director: Ernesto Castillo

Río Cuarto – Córdoba
Marzo 2012

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final:

CARACTERIZACIÓN DE CRUZAS Y POBLACIONES DE MAÍZ TIPO
“PLATA”.

Autor: Noelia S. ADAMO

DNI: 32.899.311

Director: Víctor A. FERREIRA

Co-Director: Ernesto A. CASTILLO

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión
Evaluadora:

Ing. Agr. Claudio Oddino _____

Ing. Agr. Miguel Di Renzo _____

Ing. Agr. Víctor Ferreira _____

Fecha de Presentación: ____/____/____.

Secretario Académico
Ing. Agr. Sergio Gonzalez

INDICE GENERAL

PRESENTACIÓN.....	I
CERTIFICADO APROBACIÓN.....	II
INDICE GENERAL.....	III
INDICE DE CUADROS.....	IV
INDICE DE GRÁFICOS.....	V
RESUMEN.....	VI
SUMMARY.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
HIPÓTESIS.....	4
OBJETIVOS.....	4
MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
CONCLUSIONES.....	19
BIBLIOGRAFÍA.....	20

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valores medios, desvío estándar, rango de variación e intervalo mínimo significativo de caracteres medidos en materiales de maíz.....	8
Cuadro 2. Valores de peso de grano ajustado según el modelo para diseño en bloque aumentado de los materiales con mayores valores.....	13
Cuadro 3. Valores de peso de 1000 granos ajustado según el modelo para diseño en bloque aumentado de los materiales con mayores valores.....	14
Cuadro 4. Valores de índice de cosecha ajustado según el modelo para diseño en bloque aumentado de los materiales con mayores valores.....	15
Cuadro 5. Correlaciones entre caracteres medidos en materiales de maíz.....	15
Cuadro 6. Valores de grado de determinación genética para los caracteres que manifestaron mayor coeficiente de correlación medidos en materiales de maíz.....	16

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Altura de planta.....	9
Gráfico 2. Altura de inserción de primera espiga.....	10
Gráfico 3. Relación altura inserción de espiga/altura.....	11
Gráfico 4. Peso de planta.....	11
Gráfico 5. Peso de granos.....	12
Gráfico 6. Peso de 1000 granos.....	13
Gráfico 7. Índice de cosecha.....	14
Gráfico 8. Análisis multivariado de componentes principales para caracteres evaluados en maíz.....	18

CARACTERIZACIÓN DE CRUZAS Y POBLACIONES DE MAÍZ TIPO “PLATA”

RESUMEN

La actividad ganadera en Argentina se ha intensificado en los últimos tiempos. La productividad se ha incrementado debido a la suplementación con maíz, entre otras prácticas. La provincia de Córdoba tiene una importante actividad ganadera y en la Universidad Nacional de Río Cuarto se evalúa un nuevo germoplasma para la obtención de maíces doble propósito. El objetivo del trabajo fue caracterizar cruzas y poblaciones de maíz colorado duro tipo “Plata”. Se empleó un diseño aumentado, se distribuyó el material en bloques y se compararon los materiales con testigos comerciales. Los materiales probados presentaron diferencias significativas en los caracteres vegetativos días a floración masculina y femenina, altura de planta y altura de inserción de espiga, mientras que para los caracteres productivos como biomasa total al final del ciclo de cultivo, peso de granos e índice de cosecha las diferencias entre materiales fueron no significativas. Las correlaciones entre caracteres y el análisis multivariado de componentes principales, permitieron determinar relaciones positivas de la altura de planta con la biomasa total y el rendimiento en grano, como así también relaciones positivas de biomasa total con número de espigas e índice de cosecha.

Palabras clave: germoplasma, doble propósito, alimentación animal.

CHARACTERIZATION OF “PLATA” MAIZE CROSSES AND POPULATIONS

SUMMARY

Bovine production has increased in recent times in Argentina. Corn supplementation among other practices increased productivity. Bovine production is important in the province of Córdoba. At the National University of Río Cuarto, new double purpose maize germoplasm has been evaluated. The aim of this work was to know double purpose maize crosses and populations characteristics. The experimental design was augmented. The materials were distributed into blocks and they were compared with commercial checks. Significant variation was observed for vegetative characters as days to male and female flowering, plant height and spike height. Production characters did not show significant variation such as total biomass, grain weight and harvest index. Character correlations and multivariate principal component analysis verified positive relationship between plant height and total biomass, plant height and grain yield, spike number and harvest index.

Key words: germplasm, dual purpose, animal feed.

CARACTERIZACIÓN DE CRUZAS Y POBLACIONES DE MAÍZ TIPO “PLATA”

INTRODUCCIÓN

La introducción de nuevos recursos genéticos durante la historia de la agricultura mundial tuvo consecuencias sobre la producción de materias primas de alta calidad. Los nuevos recursos genéticos introducidos, en conjunto con otras tecnologías de insumo y procesos, provocaron un incremento en la productividad agrícola y ganadera. El aumento de la productividad en la ganadería en la Argentina, se debió al empleo del pastoreo rotativo y suplementación con granos y concentrados (Viglizzo *et al.*, 2002). Aun así la actividad ganadera manifiesta una mediana eficiencia (Peretti, 2003).

Los sistemas de producción tradicionales que se establecieron en la región subhúmeda y semiárida pampeana de la República Argentina han sufrido cambios estructurales en los últimos años. El cambio producido en el uso de la tierra en esta región provocó la desaparición de un gran número de sistemas mixtos de producción, dejándose de lado la combinación que rotaba cultivos de cosecha con el pastoreo del ganado. La desvinculación de la agricultura con la ganadería ha provocado la especialización e intensificación de actividades (Viglizzo *et al.*, 2002).

La producción animal en la actualidad está destinada a ocupar menor superficie aumentando la carga animal, como consecuencia del fenómeno de agriculturización. Es por esta razón que la ganadería extensiva va perdiendo lugar siendo reemplazada por el sistema en confinamiento o encierre a corral (Gonella, 2000).

La provincia de Córdoba tiene el 6,7 % del stock bovino nacional, representado por 3.246.592 cabezas, de las cuales la mayor concentración se produce en el Departamento de Río Cuarto. Los productores ganaderos de esta región se caracterizan por actividades de cría e internada de su propia producción y de compra, según la relación novillo y novillito con el total vaca que se encuentra ente 0,6 y 0,8 (MAGYP, 2010).

La búsqueda constante de mejorar la calidad nutricional del alimento ofrecido a los animales permitió la intensificación de la producción bovina. Los productores logran afrontar los continuos ciclos de precios que condicionan sus empresas a través de una mayor eficiencia en el uso de los recursos disponibles (Centeno *et al.*, 2010). Las dietas empleadas en los sistemas de engorde a corral se caracterizan por tener una elevada concentración energética, siendo el grano de maíz (*Zea mays L.*) el elemento más aceptado.

El grano de maíz es un fruto cuyo principal componente es el endosperma, donde se almacenan las proteínas y el almidón. En el endosperma existen fracciones duras o córneas y fracciones blandas o harinosas, y según su relación en el grano puede clasificarse en tipo

dentado y en tipo colorado duro, con una mayor proporción de endosperma córneo y una pequeña porción de endosperma harinoso (Satorre *et al.*, 2003).

La importancia primordial en la utilización de maíz colorado duro respecto a los dentados para la producción animal se debe principalmente a que el maíz colorado duro contiene casi el doble de carotenos y xantófilas que los maíces dentados. Además presentan mayor contenido de aceite en grano registrando valores de energía metabolizable verdadera superior a los dentados, por lo que aportan mayor energía calórica en dietas para bovinos y porcinos sin aporte de aceite en la misma (Cirilo, 2004). Por lo tanto, en la ración de bovinos en encierre a corral, el suministro de grano entero de maíz tipo colorado duro no requiere el agregado de fibra, ya que su mayor resistencia física a la masticación y menor degradación en rumen respecto a los dentados evita la caída del pH ruminal sin afectar el consumo animal y los parámetros productivos (Santini, 2004).

En Argentina, en las últimas décadas, la incorporación de germoplasma dentado desde el hemisferio norte a las líneas de colorado duro con el objetivo de incrementar los rendimientos de grano ha permitido aumentar la productividad media de los maíces tradicionalmente usados en el país, pero la calidad original del maíz “Plata” ha sufrido un efecto negativo (Eyherabide, 1996). Actualmente nuevos híbridos de maíz tipo Flint vuelven a surgir y compiten con los dentados; sin embargo su calidad se ve reducida respecto a los maíces colorados tipo duro tradicionales (Cirilo, 2004).

Históricamente, se ha destinado mayor esfuerzo al aumento de los rendimientos en grano de maíz, logrando resultados positivos significativos a través del mejoramiento genético y manejo del cultivo como por ejemplo con el control de malezas, la densidad de siembra, la fertilización y el empleo de mejores híbridos. Los maíces forrajeros, en contraste con los graníferos no han experimentado estos resultados en el rendimiento y atributos de calidad, sino que su evolución fue una consecuencia del mayor rendimiento en grano (Lauer *et al.*, 2001).

Los maíces doble propósito serían los adecuados para los sistemas mixtos del centro sur de Córdoba ya que combinan la producción de grano con caracteres propios de gramíneas forrajeras, para obtener una producción estable frente a condicionamientos del ambiente.

Los establecimientos con sistemas mixtos adoptan maíces que se comporten con dos propósitos: producción de grano y alta producción de biomasa para consumo directo del ganado. En la región, es común la siembra de hijos de híbridos, obteniéndose variedades sintéticas con un origen basado en un bajo número de líneas constitutivas. La consecuencia que se presenta en este proceder es la pérdida de vigor en el rendimiento (Allard, 1967).

La investigación y búsqueda de variedades con diferentes aptitudes de uso como aporte a la economía regional se vuelve indispensable. Los productores podrían contar con

materiales adaptados al consumo de planta entera durante el ciclo del cultivo cuando la cosecha de grano no es buena, como así poder optar por la confección de silos en estado grano lechoso – pastoso, además del empleo como diferido para su posterior pastoreo en pie con la espiga madura o como rastrojo para suplementar fibra en otoño-invierno. El múltiple uso de estos materiales permiten obtener una mayor estabilidad frente a las variaciones ambientales (Grassi *et al.*, 2005). La producción de grano se debe realizar con materiales que tengan propiedades nutricionales deseables para que el sistema sea más eficiente. Es por esta razón que, en maíces doble propósito, las características del grano son importantes porque estos tienen bajo contenido de pared celular, siendo éste el componente menos digestible de la planta, reuniéndose con las características forrajeras de volumen, calidad de caña y la cantidad de hojas (Pinter *et al.*, 1994).

Frente a la realidad planteada anteriormente en los sistemas de producción mixtos de la provincia de Córdoba, la orientación Genética de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, lleva a cabo un programa de mejoramiento de maíces para usos múltiples.

El punto de partida fue una población local interpolinizada de maíz tipo “flint”, en la que se realizó selección recurrente de medios hermanos durante seis ciclos (Lonquist, 1964). Las líneas endocriadas obtenidas por selección fueron evaluadas para producción en corte para ensilado y al final del ciclo (Szpiniak *et al.*, 1996).

Con las líneas obtenidas, se evaluó la productividad, la variación genética y se seleccionaron las líneas de mejor comportamiento en diferentes ambientes para los caracteres peso verde y seco total, número de espigas, peso verde de espigas y del rastrojo en corte para ensilado y en madurez de cosecha (Grassi *et al.*, 2003).

Estas líneas doble propósito fueron cruzadas con un probador de base genética amplia que se adaptaba muy bien a la zona, para determinar la aptitud combinatoria general, evaluando caracteres propios de la espiga y del grano como: longitud, porcentaje de cuajado, número de granos, peso de mil, color y brillo del grano. Además se evaluó la tolerancia a la endocría para tomar decisiones sobre la mejora de las líneas considerando los caracteres anteriormente nombrados (Brun *et al.*, 2004).

Los híbridos simples experimentales provenientes de los cruzamientos dialélicos, entre líneas de grano colorado duro se evaluaron en función de los caracteres de interés para aptitud forrajera en condiciones de ensilaje y al final del ciclo, estableciendo así la aptitud combinatoria específica de las líneas endocriadas que le dieron origen. Los caracteres considerados fueron: peso verde total, porcentaje de materia seca, porcentaje de espiga, peso seco total y peso de granos pudiendo agrupar híbridos con diferentes aptitudes de uso (Di Santo *et al.*, 2009).

La continuidad del programa de mejoramiento necesitaba de la inclusión de nuevo germoplasma; por lo tanto, los cruzamientos entre líneas y poblaciones, que se encuentran en etapas tempranas de selección, fueron caracterizados, ya que los materiales doble propósito requieren de la combinación de producción de grano con caracteres de gramíneas forrajeras.

HIPÓTESIS

Los materiales de maíz tienen características que permiten diferenciarlos entre sí en su morfofisiología y comportamiento productivo.

OBJETIVO

Caracterizar materiales (cruzas y poblaciones) de maíz colorado duro, adaptados a la región sur de la provincia de Córdoba por su morfología, fenología y aptitud para producción de grano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales utilizados fueron líneas selectas provenientes de las poblaciones de maíz colorado duro Pitaguá-INTA y Colorado La Holandesa y cruzamientos entre los anteriores y otros materiales tales como: población UNRC, Sil 2 Cargill, Don Faustino-INTA y Macollador Pergamino-INTA, haciendo un total de 54 cruzas y poblaciones. Para comparar con las 54 cruzas y poblaciones empleadas, se utilizaron 3 testigos graníferos: La Tijereta 625 HS, Dekalb 190 HS y Ayerza Everett.

La siembra se llevó a cabo el 28/12/2009 en el campo experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, en la ciudad de Río Cuarto.

Las unidades experimentales consistieron en 1 surco de 3 metros, en las que se sembraron 30 semillas del material correspondiente practicándose raleo a los 15 días de la emergencia para obtener una densidad de plantación de 5 plantas/m lineal. Se empleó un diseño aumentado según Petersen (1994) distribuyendo el material en 6 bloques con los 3 testigos en cada bloque.

Los caracteres que se observaron durante el ciclo son:

- Días a floración masculina: el 50 % de las plantas con panoja liberando polen.
- Días a floración femenina: 50 % de las plantas con estigmas receptivos.
- Altura de planta (AP) en cm: desde el suelo hasta el ápice de la panoja.
- Altura de inserción de la primera espiga desarrollada (APE) en cm.

- Número de macollos (N°M).
- Peso de planta (PP) en gramos (g): mediante corte a nivel de suelo de tres plantas por parcela al fin del ciclo se mide el peso de biomasa aérea por planta.
- Producción de grano por planta en gramos (g): PEC (peso espiga con chala), PE (peso espiga), PG (peso de granos): trilla y pesado de las espigas.
- Índice de cosecha (IC): peso de grano respecto a biomasa total.
- Peso de 1000 granos (P1000) en gramos (g).

La evaluación de los datos obtenidos consistió en el análisis de varianza de los testigos para estimar el error experimental, utilizado para obtener la diferencia mínima significativa (Steel y Torrie, 1988), con la cual fueron comparados los valores ajustados de cada línea o cruza.

Las fórmulas que se utilizaron fueron (Petersen, 1994):

$$x_i \text{ media} = \sum x_i / n = \text{media de los testigos.}$$

$$S^2 = \left(\sum_i x_i^2 - \left(\sum x_i \right)^2 / n \right) / n - 1 = \text{variancia de los testigos.}$$

x_i = rendimiento de la i-ésima observación del testigo.

n = número de testigos.

r = número de bloques.

c = número de diferentes testigos.

Testigos	Bloque				Suma	Media
	1	2	...	r		
1	x_{11}	x_{21}	...	x_{1r}	$C1$	x_1 media
2	x_{12}	x_{22}	...	x_{2r}	$C2$	x_2 media
..
..
C	x_{c1}	x_{c2}	...	x_{cr}	C_c	x_c media
Suma	$R1$	$R2$...	Rr	G	
Media	x_1 media	x_2 media	...	x_r media		X
Ajuste	a_1	a_2	...	a_r		

$$C_i = \sum_j x_{ij} = \text{suma de rendimientos del } i\text{-ésimo testigo}$$

$$R_j = \sum_i x_{ij} = \text{suma del rendimiento de los testigos en el } j\text{-ésimo bloque}$$

$$G = \sum_i C_i = \sum_j R_j = \text{gran total de todos los testigos}$$

$$x_i \text{ media} = C_i / r = \text{media del } i\text{-ésimo testigo}$$

$$x_j \text{ media} = R_j / c = \text{media de todos los testigos en el } j\text{-ésimo bloque}$$

$$X = G / r \times c = \text{gran media de todos los testigos}$$

Los ajustes por bloque se realizaron:

$$a_i = x_j \text{ medio} - X$$

Donde:

$x_j \text{ medio}$ = promedio del bloque.

X = promedio del rendimiento del testigo.

$$y_{ij} \text{ ajustado} = y_{ij} + a_i$$

v = número total de materiales.

y_{ij} = rendimiento de la nueva introducción i del j -ésimo bloque.

$y_{ij} \text{ ajustado} = y_{ij} - a_j = \text{rendimiento ajustado de la } i\text{-ésima introducción (ajustada por efecto bloque)}$

Material	Observado	Ajustado
1	y_{1j}	$y_{1j} \text{ ajustado}$
2	y_{2j}	$y_{2j} \text{ ajustado}$
..
..
..
v	y_{vj}	$y_{vj} \text{ ajustado}$

El error experimental surgió a partir del análisis de variancia del rendimiento de los testigos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio
Total	$rc - 1$	SC total	
Bloques	$r - 1$	SCR	
Testigos	$c - 1$	SCC	
Error	$(r - 1) \times (c - 1)$	SCE	CME

Cuyas fórmulas son:

$$SC_{total} = \sum_i \sum_j x_{ij}^2 - (G^2 / r \times c)$$

$$SCR = (1/c) \times (\sum_j R_j^2) - (G^2 / r \times c)$$

$$SCC = (1/r) \times (\sum_i C_i^2) - (G^2 / r \times c)$$

$$SCE = SC_{total} - SCR - SCC$$

$$CME = SCE / ((r - 1) \times (c - 1))$$

La diferencia mínima significativa se calculó de la siguiente manera (Steel y Torrie 1988):

$$dms = t_a s_v$$

Donde:

$$s_v = \sqrt{2 \times (c + 1) \times CME / c} = \text{error estándar.}$$

c = número de testigos.

La correlación entre los caracteres analizados en los materiales de maíz se llevó a cabo con el análisis de correlación fenotípica con coeficiente de Pearson (Balzarini y Di Rienzo, 2004).

Con los datos obtenidos en el análisis de varianza (ANVA) de Infogen (Balzarini y Di Rienzo, 2004) se llevó a cabo el cálculo del grado de determinación genético (GDG), de los caracteres con mayor coeficiente de correlación fenotípico.

El grado de determinación genético fue utilizado para determinar cuánto de la variabilidad total (genotipo + ambiente) depende del genotipo (variabilidad de origen genético).

Las fórmulas empleadas para calcular el grado de determinación genético fueron (Mariotti, 1986):

Si la variabilidad fenotípica está compuesta por la variabilidad del genotipo y ambiental:

$$V_p = V_g + V_E$$

Siendo:

$$V_p = \text{Variabilidad fenotípica de la población.}$$

$$V_g = \text{Variabilidad genotípica.}$$

$$V_E = \text{Variabilidad del error (ambiental).}$$

Por lo tanto:

$$V_g = V_p - V_E$$

$$GDG = V_g / V_p$$

La caracterización de materiales se empleó para la selección de los que manifestaron mejor comportamiento para doble propósito, a través del análisis de correlaciones y el análisis multivariado de componentes principales. Para ello se consideraron los caracteres peso de planta, peso de granos, peso de 1000 granos e índice de cosecha.

El mantenimiento de los materiales se llevó a cabo mediante la autofecundación o cruza entre medios hermanos de 3 espigas según corresponda en cada material.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedio, el rango de variación y el intervalo mínimo significativo entre dos introducciones de distinto bloque para diseño en bloques aumentados de los caracteres observados durante el ciclo del cultivo se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Valores medios, desvío estándar (DE), rango de variación (RV) e intervalo mínimo significativo (IMS, $p < 0,05$) de caracteres medidos en materiales de maíz; Río Cuarto, 2009/10.

Carácter	Media \pm DE	RV	IMS
Días a floración masculina	55,24 \pm 2,13	53 – 60	5,63
Días a floración femenina	59,23 \pm 2,24	55 – 66	5,22
Protandria en días	3,99 \pm 1,19	2 – 6	-
Altura de planta (cm)	162,3 \pm 31,83	214,57 - 60,24	58,24
Altura inserción primera espiga (cm)	68,19 \pm 21,66	124,81 - 9,81	45,62
Relación Altura inserción primera espiga/Altura de planta	0,41 \pm 0,11	0,66 - 0,08	0,30
Peso de planta (gramos)	204,12 \pm 77,87	418,59 - 50,81	260,26
Peso de granos (gramos)	63,57 \pm 47,99	198,56 - 4,99	149,82
Peso de 1000 granos (gramos)	261 \pm 86,63	493,33 - 76,67	110,33
Índice de cosecha	0,26 \pm 0,14	0,51 - 0,01	0,30

Los resultados obtenidos en el ensayo mostraron que los días a floración masculina fueron de 55,24 en promedio, mientras que a floración femenina fueron de 59,23. Los materiales establecieron diferencia significativa con testigos ($p \leq 0,05$).

Reynoso (1996) encontró valores de 90 a 95 días en materiales macolladores no endocriados, similar a Alessandro (2001) en híbridos comerciales en dos fechas de siembra que se llevaron a cabo en Pergamino, aunque observó que con demoras en la fecha de siembra se produce un acortamiento marcado del intervalo siembra – floración, ya que las mayores temperaturas durante las etapas iniciales del cultivo provocan aceleración de su desarrollo (Cirilo y Andrade, 1994).

Brun *et al.* (2008) encontró valores de 69,91 días para floración masculina y 73,69 días para femenina, en fechas de siembra similares en Río Cuarto.

La diferente posición de los elementos florales en la planta de maíz provoca un desfase entre el inicio de floración masculina y femenina, con anticipación en la liberación de polen respecto a la emergencia de los estigmas (Sevilla Panizo, 1991).

La protandria en nuestro ensayo fue entre 2 y 6 días. Papucci *et al.* (2006) establece que en la década de los '80 los materiales presentaban una protandria de 6 días

aproximadamente, mientras que actualmente la duración de este fenómeno solo es de 1 o 2 días. Van Balen y Bravo Medina (1974) en Zulia, Venezuela, establecieron que hubo muy poca protandria en la evaluación de variedades mejoradas de maíz e híbridos obtenidos en el centro del país, sin colocar al cultivo en condiciones de estrés.

Sin embargo, la sincronía floral puede ser afectada por condiciones de estrés hídrico y estrés nutricional. Este resultado fue comprobado por Avendaño Arrazate *et al.* (2008), en México, quienes indicaron que el número de días a floración masculina y femenina se incrementó en variedades de maíz local cuando se incrementó la intensidad de la sequía.

Los valores medios del ensayo obtenidos para el carácter altura de planta fueron de 162,3 cm. Las diez cruza y poblaciones que arrojaron mayor valor en altura de planta mostraron un promedio de altura 26,63 cm superiores al promedio de los testigos (Gráfico 1).

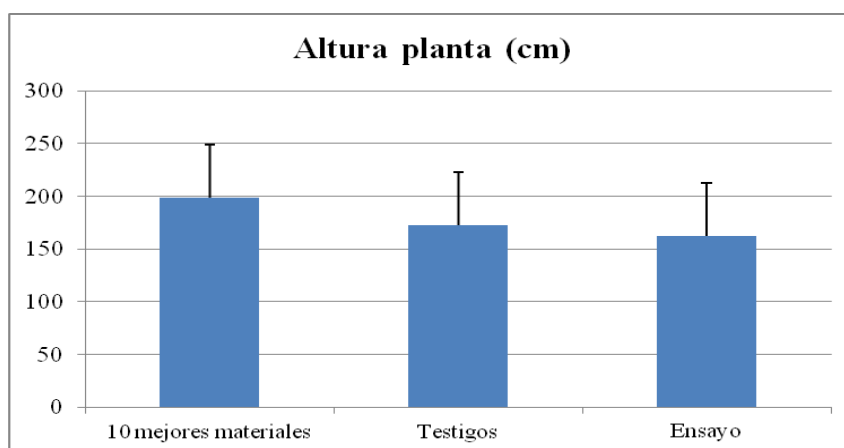


Gráfico 1. Altura de planta de los 10 materiales de mayor valor, de los testigos y media del ensayo; Río Cuarto 2009/10.

Los resultados conseguidos para este carácter manifestaron diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$) entre materiales y testigos.

Los resultados obtenidos en nuestro ensayo son similares a los de Alessandro (2001) en la EEA INTA Pergamino, mientras que Brun *et al.* (2008) obtuvo valores medios 49 % superiores y Torrecillas y Bertoia (2000) encontraron valores medios 55 % superiores en compuestos semiflnt y compuesto Pitagua.

El carácter altura de planta, está determinado por la elongación de entrenudos, comenzando alrededor de la etapa V6 hasta floración (Satorre *et al.*, 2003). Durante la etapa de encañazón los asimilados producidos por la planta son destinados al tallo, por lo tanto la elongación se encuentra condicionada por los factores ambientales (Andrade *et al.*, 1996).

La altura de planta es un carácter muy importante a nivel productivo en la zona de Río Cuarto ya que junto con la altura de inserción de la primera espiga determina en forma indirecta la incidencia del vuelco de plantas.

El carácter altura de inserción de espiga presentó valores medios de 68,19 cm. Las diez cruza y poblaciones que arrojan mayores valores para la variable altura de inserción de espiga muestran una diferencia de 28,14 cm con respecto a los testigos (Gráfico 2).

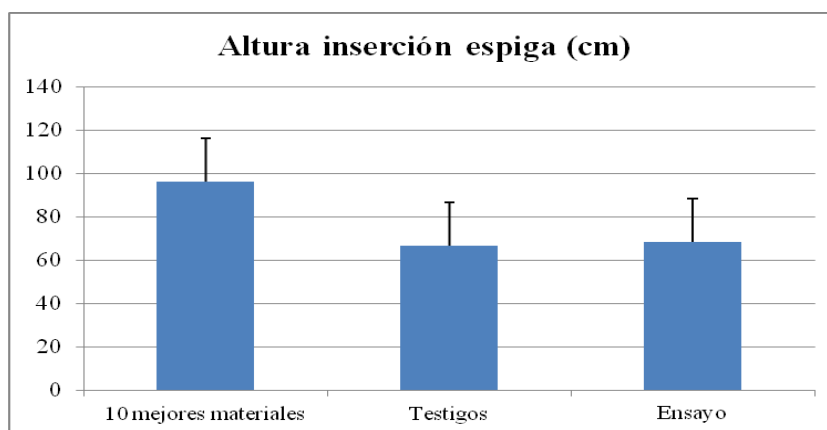


Gráfico 2. Altura de inserción de primera espiga de los 10 materiales de mayor valor, de los testigos y del ensayo; Río Cuarto 2009/10.

Las diferencias para altura de inserción de espiga fueron significativas ($p \leq 0,05$) entre los materiales y los testigos, con mayor altura las introducciones respecto a los testigos.

Los resultados obtenidos por Alessandro (2001) en altura de inserción de espiga presentaron valores medios 34 % superiores en la segunda fecha de siembra de híbridos comerciales respecto a nuestro ensayo; y Nestares *et al.* (1999) encontró en líneas de tipo Flint colorados cruzados con probadores dentados norteamericanos en Arrecifes y Colón, provincia de Buenos Aires, valores medios de 109,81 cm al igual que Torrecillas y Bertoia (2000) en compuestos semiflint y Pitaguá.

Este carácter tiene como componente positivo en la selección de materiales de mayor altura la menor contaminación con malezas en el momento de la cosecha con mayor altura de plataforma de corte. Pero por otro lado el aspecto negativo es la mayor incidencia al vuelco debido a la persistencia y velocidad de los vientos en la región de Río Cuarto. Por lo tanto se toma como parámetro de evaluación el carácter que relaciona la altura de inserción de la espiga con altura de planta. Este índice si es mayor a 0,5 significa que la primera espiga se inserta en el medio superior de la planta, con mayor incidencia al vuelco (efecto palanca), por lo tanto se consideraría como un factor negativo.

La selección en este carácter se lleva a cabo con los materiales que tengan una menor relación. En los resultados obtenidos del ensayo se observaron valores medios de 0,41.

Los mejores diez materiales de maíz en la relación altura inserción primer espiga/altura planta presentaron un valor medio de 0.01cm menor al promedio de los testigos (Gráfico 3).

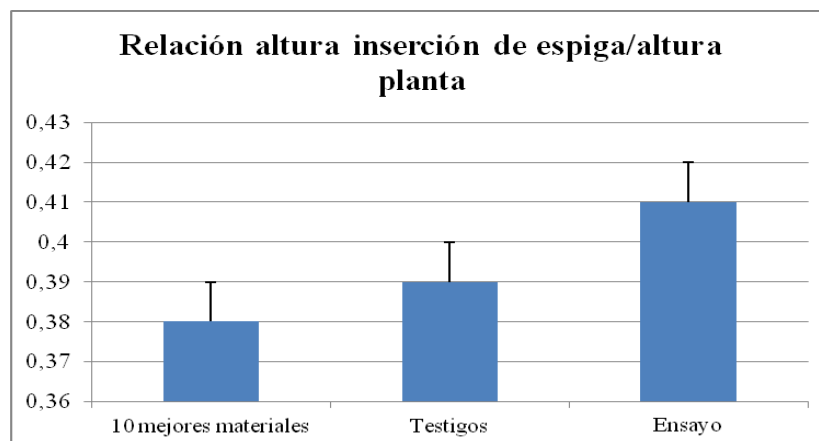


Gráfico 3. Relación altura inserción de espiga/altura de los 10 mejores materiales, de los testigos y del ensayo; Río Cuarto 2009/10.

Las diferencias entre las cruza y poblaciones que presentan los menores cocientes y los testigos empleados resultaron estadísticamente no significativas ($p \leq 0,05$).

Brun *et al.* (2008) obtuvo valores de relación altura de inserción de espiga y altura de planta 24 % superiores en maíz local con fines forrajeros respecto a nuestro ensayo.

El peso de planta es un carácter importante para conocer el valor forrajero y la producción de materia seca total del material. Los resultados obtenidos mostraron valores medios del ensayo de 204,12 gramos. Los mejores materiales (mayor peso de planta) muestran una diferencia positiva de 38,08 gramos respecto a los testigos (Gráfico 4).

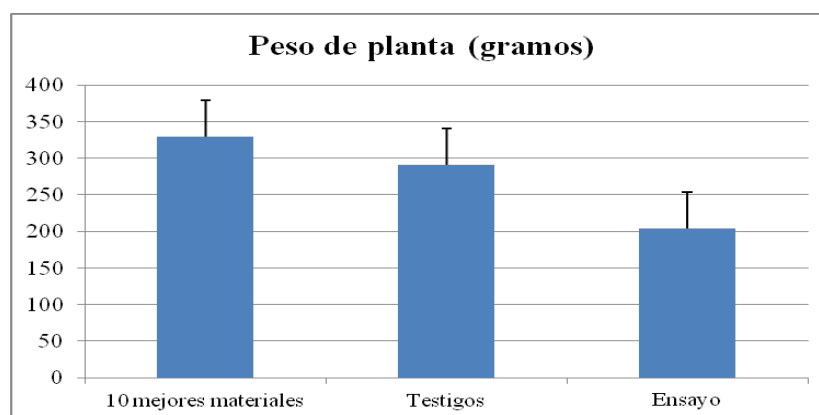


Gráfico 4. Peso de planta de los 10 mejores materiales, de los testigos y del ensayo; Río Cuarto, 2009/10.

Las diferencias estadísticas entre los mejores materiales con los testigos para el carácter peso de planta fueron no significativas ($p \leq 0,05$).

Los valores medios que se obtuvieron en nuestro ensayo son similares a los encontrados por Grassi *et al.* (2009) en cruzamientos con líneas de maíz local en dos fechas de siembra en la localidad de Río Cuarto.

El rendimiento en grano se establece a través del número de granos y el peso de los mismos. El peso de grano está determinado por la duración de la etapa de llenado de grano y la tasa de crecimiento del mismo, dos factores que están sujetos a temperatura y cantidad de fuente fotosintética disponible (Andrade *et al.*, 1996).

Los valores medios encontrados en el ensayo para el peso de granos por planta fueron de 63,57 gramos. El peso de granos medio de los diez materiales con un comportamiento superior muestra una diferencia de 7,8 gramos respecto a los testigos (Gráfico 5).

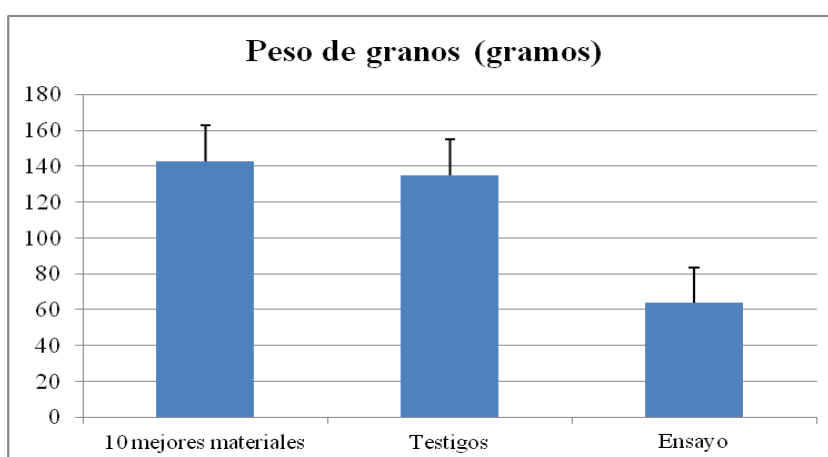


Gráfico 5. Peso de granos de los 10 mejores materiales, de los testigos y medio del ensayo; Río Cuarto, 2009/10.

El análisis del peso de granos por planta demostró que no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los mejores materiales para este carácter y los testigos. Los resultados obtenidos en nuestro ensayo para el carácter peso de granos son similares a los valores encontrados por Grassi *et al.* (2009).

Los materiales elegidos por mayor rendimiento en grano se detallan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Valores de peso de grano ajustado según el modelo para diseño en bloque aumentado de los materiales con mayores valores.

Materiales	Peso de granos ajustado (gramos)
LH9621	418,59
Pit9522	363,81
LH9531	359,81
Pit9651	353,15
LH 9562	322,70
F ₁ = LH x Pitaguá	309,48
Sil2 Cargill x Pit952	269,15
F ₁ = LH x DF	261,32
LH9622	259,15

La caracterización del grano es un parámetro de importancia en el cultivo de maíz, por eso se llevó a cabo la medición del peso de 1000 granos.

El peso medio de 1000 granos que se obtuvo en nuestro ensayo fue de 261 gramos. El peso medio de las 10 cruza y poblaciones con comportamiento superior muestra una diferencia de 109 gramos respecto a la media de los testigos (Gráfico 6).

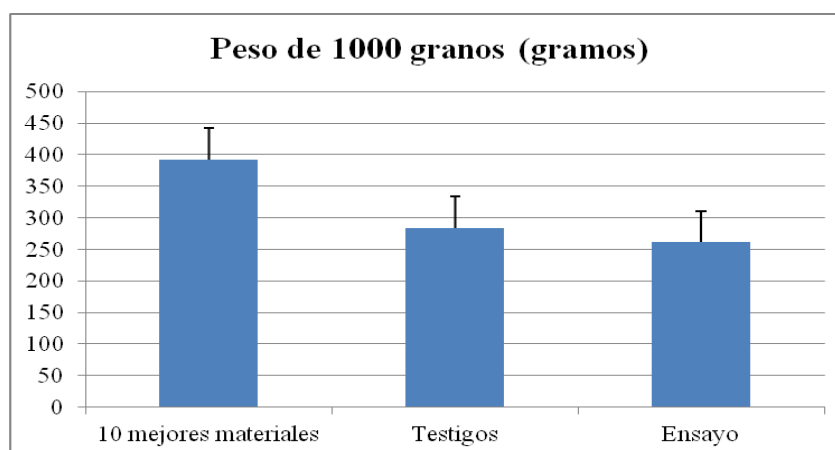


Gráfico 6. Peso de 1000 granos de los 10 mejores materiales, de los testigos y medio del ensayo. Río Cuarto, 2009/10.

En los resultados de la medición de este carácter se observó diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los materiales con mayor peso comparado con los testigos. Los resultados aquí obtenidos fueron 62,54 % superiores a Lescano *et al.* (2007) en líneas de maíz tipo “flint” en Río Cuarto.

Los materiales elegidos por mayor peso de 1000 granos se detallan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Valores de peso de 1000 granos ajustado según el modelo para diseño en bloque aumentado de los materiales con mayores valores.

Materiales	Peso de 1000 granos ajustado (gramos)
Pit9642	493,33
Pit9522	436,67
LH9531	436,67
LH9622	423,33
LH 961	373,33
Pit 9621	366,67
Pit 9641	333,33

El índice de cosecha es un carácter que relaciona la producción de materia seca con producción de granos, resultando de la partición de materia seca que se produce diariamente a los granos en formación. La máxima intensidad de esta partición se alcanza en el momento de comienzo de llenado efectivo del grano, entre los 10 y 15 días después de floración (Satorre *et al.*, 2003).

El índice de cosecha tuvo valores medios de 0,26 y en nuestro ensayo las diferencias estadísticas entre los mejores materiales y los testigos fueron no significativas ($p > 0,05$). Estos valores mostraron que los materiales considerados poseen un Índice de Cosecha similar a los testigos ampliamente difundidos en la región (Gráfico 7).

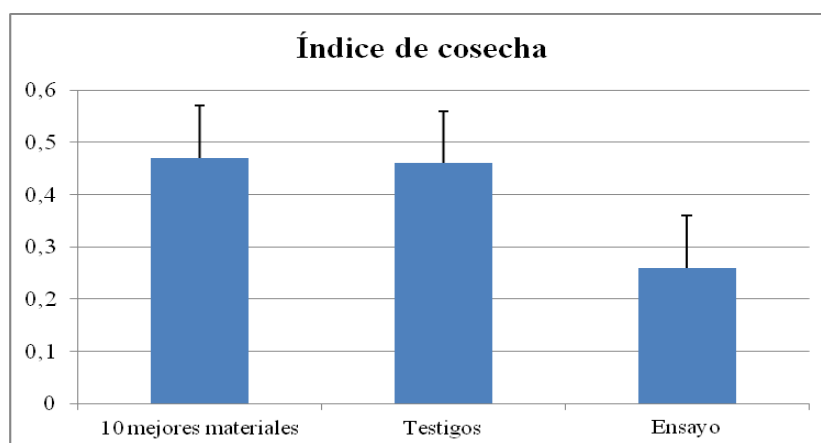


Gráfico 7. Índice de cosecha de los 10 mejores materiales, de los testigos media del ensayo. Río Cuarto 2009/10.

Los resultados obtenidos en nuestro ensayo para el carácter índice de cosecha son 15 % inferiores a los encontrados por Grassi *et al.* (2009) en cruzamientos de poblaciones locales. Los materiales seleccionados por mayor Índice de Cosecha se detallan en la Cuadro 4.

Cuadro 4. Valores de índice de cosecha ajustado según el modelo para diseño en bloque aumentado de los materiales con mayores valores.

Materiales	Índice de cosecha ajustado
LH9622	0,51
Sil2 Cargil x Pit952	0,47
LH9621	0,47
F1= DF x Pit	0,46
DF x LH	0,44
F1= LH x DF	0,41

Las correlaciones entre los caracteres morfológicos medidos a cosecha se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Correlaciones con coeficiente fenotípico de Pearson entre caracteres medidos en materiales de maíz; Río Cuarto, 2009/10.

	AP	N° M	APE	N°E	PP	PEC	PE	PG
AP	1							
N°M	-0,27**	1						
APE	0,58***	-0,15ns	1					
N°E	0,1ns	0,05ns	-0,12ns	1				
PP	0,35***	-0,06ns	0,15ns	0,36***	1			
PEC	0,3**	-0,14ns	0,15ns	0,31**	0,87***	1		
PE	0,3**	-0,15ns	0,15ns	0,25*	0,84***	0,99***	1	
PG	0,27**	-0,16*	0,14ns	0,22*	0,79***	0,98***	0,99***	1
IC	0,16*	-0,24*	0,09ns	0,01ns	0,37***	0,73***	0,77***	0,81***

ns: no significativo; (*), (**), (***): significativo al 5%, 1% y 1%₀ respectivamente.

AP: altura planta (cm); N°M: Número de macollos; APE: Altura de inserción primera espiga (cm); N°E: Número de espigas; PP: Peso de planta (g); PEC: Peso espigas con chala (g); PE: Peso espigas (g); PG: Peso granos (g); IC: Índice de cosecha.

Al analizar los resultados de las correlaciones, se observó relación positiva entre altura de planta con el rendimiento en grano por planta ($r = 0,27^{**}$). A su vez hubo correlación

entre el número de espigas de la planta y el peso de planta ($r = 0,36^{***}$). También hubo correlación entre altura de planta y peso de planta ($r = 0,35^{***}$).

El peso de planta tuvo correlación positiva con el índice de cosecha ($r = 0,37^{***}$). El carácter peso de granos tuvo correlación positiva con índice de cosecha ($r = 0,81^{***}$).

Cuando se observa el peso de espigas con chala, el peso de espigas sin chala y el peso de granos, se tiene como resultado una alta correlación entre caracteres. Bejarano *et al.* (1992) en Venezuela evaluando variedades de maíz dulce encontró correlaciones altas y positivas entre peso de espigas y peso de granos.

Los resultados obtenidos de las correlaciones entre las variables morfológicas coinciden con lo encontrado por Antuna Grijalva *et al.* (2003) en líneas de maíz evaluados en México. Este autor llegó a la conclusión de que los genotipos con mayor rendimiento están asociados con mayor altura de planta y altura de espiga.

A partir de los análisis de variancia se realizaron los cálculos de grado de determinación genética (GDG), para conocer de la variación fenotípica cuanto se corresponde al factor genético. Los valores de grado de determinación genética de los caracteres que manifestaron mayor coeficiente de correlación se presentan en Cuadro 6.

Cuadro 6. Valores de grado de determinación genética (GDG) para los caracteres que manifestaron mayor coeficiente de correlación medidos en materiales de maíz; Río Cuarto, 2009/10.

Carácter	GDG
Peso espigas con chala (g)	0,69
Peso espigas (g)	0,69
Peso granos (g)	0,69
Índice de cosecha	0,78

Los valores obtenidos en el grado de determinación genética de cada carácter evaluado superan 50%. La proporción de la variación total exhibida por la población que puede explicarse por causas de origen genético incluye efectos de aditividad, dominancia y epítasis sin ningún tipo de discriminación.

La utilización de herramientas estadísticas de análisis multivariado de componentes principales permite interpretar la información aportada por varios caracteres. El análisis de los resultados se realizó a partir de los datos estandarizados y se consideraron solo los dos primeros componentes principales (CP1 y CP2), ellos explican 75,6 % de la varianza total.

Las variables peso de grano, peso de espiga y peso de espiga con chala tienen una fuerte influencia para la caracterización morfológica de los grupos genéticos.

Las variables peso de espiga con chala y peso de espigas presentan vectores con menor ángulo entre ellas indicando una mayor asociación entre ellas.

Puede observarse a nivel de la CP1 que la variable peso de planta e índice de cosecha (IC) permite correlacionarla positivamente con los genotipos Dekalb 190 HS, LT 625 HS, Pit 9651, F₁ = LH x DF, Ayerza Everett, Sil 2 Cargill x Pit 952, F₃ = Pit x DF 953, LH 9621, LH 9622, Pit 9522; mientras que el número de espigas correlacionan positivamente con Pit 9622, Pit 952 x PUNRC 962 y LH 9582.

El número de macollos se contraponen con altura de planta como también con número de espigas. Por otro lado el peso de espigas con chala, peso de espigas y peso de granos no tienen correlación con las variables relación altura inserción primera espiga altura, altura inserción primera espiga y altura de planta, ya que forman ángulo recto.

Los materiales seleccionados como doble propósito debido a la mayor producción de granos, alto peso de planta y alto IC son: LH9621, Pit9522, F₁ = LH x DF, Pit9651, Sil2Cargil x Pit952 y LH9622. El criterio para la selección fue la comparación de los resultados obtenidos a través del análisis de correlaciones con los materiales seleccionados a través del peso de grano ajustado según el modelo para diseño en bloque aumentado (Cuadro 2).

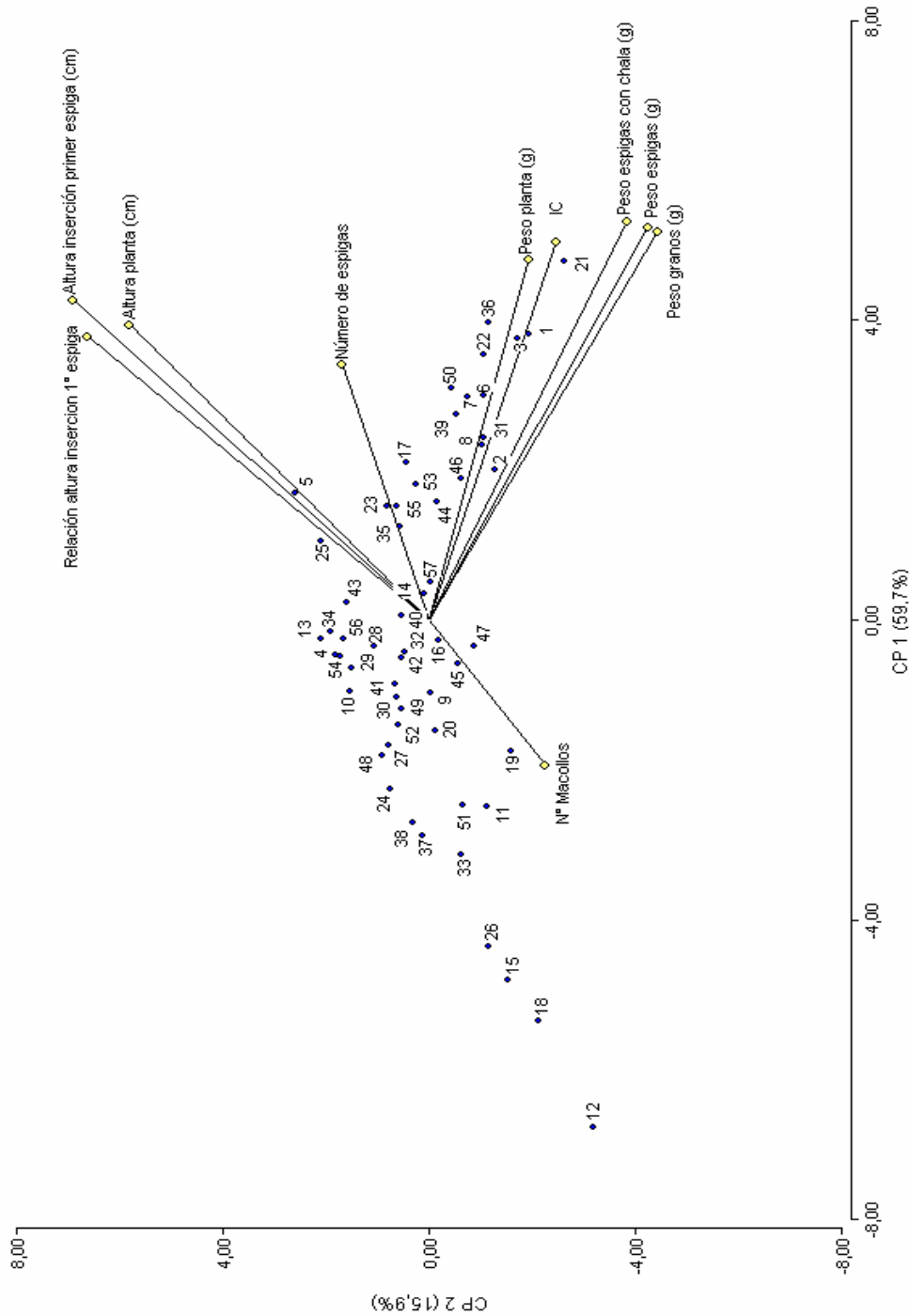


Gráfico 8. Análisis multivariado de componentes principales para caracteres evaluados en maíz; Río Cuarto, 2009/10.

1: Dekalb 190 HS; 2: Ayerza Everett; 3: LT625 HS; 4: pit x Mac 9426; 5: DF x Pit; 6: Sil 2: Cargill x Pit952; 7: F₁ = Lh x Pit; 8: F₁ LH x DF; 9: F₃ PUNRC x LH 952; 10: F₁ = LH952 x DF9562; 11: F₁ = Pit 956 x DF9552; 12: F₁ = Pit 956 x DF9552; 13: LH x DF962; 14: DF x LH; 15: Pit952 @; 16: Pit x LH; 17: F₁ = DF x Pit; 18: Pit964 @; 19: F₂ = Pit x DF95121@; 20: F₁ = LH959 x DF9581; 21: LH9621; 22: LH9622; 23: Pit9622; 24: Pit9642; 25: LH9561; 26: F₁ = Pit x DF9591; 27: LH9532; 28: Pit9631; 29: Pit x DF95123; 30: F₃ = Pit x DF951; 31: Pit9651; 32: LH9551; 33: F₂ = Pit x DF95122; 34: LH9552; 35: LH9582; 36: Pit9522; 37: F₁ = Pit x DF; 38: Pit972 @; 39: LH9531; 40: Pit 953; 41: LH 9581; 42: F₁ = Pit 957 x DF 95111; 43: PUNRC CC1 x Pit; 44: Pit 9521; 45: Pit 9641; 46: F₃ = Pit x DF 953; 47: LH 961; 48: F₂ = Pit x DF954 @; 49: F₃ = Pit x DF 9591/A; 50: LH 9562; 51: F₃ = Pit x DF 954/A; 52: L302 x Pit 956; 53: F₂ = Pit x DF 951; 54: Pit 9632; 55: Pit 952 x PUNRC 962; 56: Pit 9621; 57: F₃ = Pit x DF 95121.

CONCLUSIONES

Los materiales de maíz tienen características que permiten diferenciarlos entre sí y permiten llevar a cabo la selección de los que presentan mejor comportamiento productivo para la continuidad del plan de mejoramiento genético. Los materiales mostraron diferencias estadísticamente significativas para varios caracteres considerados. Las correlaciones positivas entre caracteres de rendimiento en maíz mostraron un alto grado de determinación genética, lo que permite tomar criterios de selección de materiales.

BIBLIOGRAFIA

- ALESSANDRO, M. S. 2001. **Variabilidad y parámetros genéticos en caracteres morfofisiológicos de maíz para silaje relacionados con las estrategias de acumulación de materia seca.** MSc. Tesis. Posgrado en Mejoramiento Genético Vegetal. UN de Rosario, Rosario, Argentina. 160 pp.
- ALLARD, R. W. 1967. **Principios de la mejora genética de las plantas.** Ed. Omega SA, Barcelona. 498pp
- ANDRADE, F., A. CIRILO, S. HUART y M. OTEGUI. 1996. **Ecofisiología del cultivo de Maíz.** Ed. La Barrosa. Balcarce, Buenos Aires. 291pp.
- ANTUNA GRIJALVA, O., F. RINCON SANCHEZ, E. GUTIERREZ DEL RIO, N. A. RUIZ TORRES y L. BUSTAMANTE GARCIA. 2003. Componentes genéticos de caracteres agronómicos y de calidad fisiológica de semillas en líneas de Maíz. **Revista Fitotecnia Mexicana.** 26 (1): 11-17. Chapingo, México.
- AVEDAÑO ARRAZATE, C. H., J. MOLINA GALAN, C. TREJO LOPEZ, C. LOPEZ CASTAÑEDA y J. CADENA IÑIGUEZ. 2008. Respuesta a altos niveles de estrés hídrico en maíz. **Agronomía Mesoamericana** 19(1): 27-37.
- BALZARINI, M.G. y J.A. DI RIENZO. 2004. *Info-Gen:* Software para análisis estadístico de datos genéticos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- BEJARANO, A., V. SEGOVIA y H. MORENO. 1992. Evaluación del rendimiento y caracteres de planta y mazorca en familias de hermanos completos de la variedad maíz dulce “riqueza”. **Agronomía Tropical.** 42 (3-4): 151-160.
- BRUN, A., E. GRASSI, B. SZPINIAK y V. FERREIRA 2004. Aptitud para el cruzamiento en un dialélico de maíz. **XIX Seminario Panamericano de Semillas.** Conf. y Res.: 357. Asunción, Paraguay.
- BRUN, A., E. GRASSI, B. SZPINIAK y V. FERREIRA 2008. Productividad de dos compuestos de maíz local con fines forrajeros. **Rev. Univ. Nac. Río Cuarto** 28 (1-2): 3-20.
- CENTENO, A., E. CORTES y M. B. CIACCI. 2010. Evaluación de Híbridos de Maíz para silo. Campaña 2009-10. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – Proyecto Regional Lechero. Unidad de Extensión y Experimentación San Francisco. **Hoja de Información Técnica:**1-5.
- CIRILO, A 2004. El Manejo del Cultivo y la calidad comercial de Maíz Colorado duro. Actualización Técnica. Maíz, Girasol y Sorgo. **Serie Extensión N° 44.** INTA - EEA Paraná 17pp.
- CIRILO, A. G. y F. H. ANDRADE 1994. Sowing date and maize productivity: I Crop Growth and dry matter partitioning. **Crop Science** 34: 1039-1043.

- DI SANTO, H., A. FERREIRA, E. CASTILLO, E. GRASSI y V. FERREIRA 2009. Líneas endocriadas de maíz: aptitud combinatoria específica para diferentes usos. **XXXVIII Congreso Argentino de Genética** Lilloa 45 (Supl.): 71. San Miguel de Tucumán.
- EYHERABIDE, G. 1996. El mejoramiento genético del maíz frente a los nuevos desafíos de la agricultura. **Anales Acad. Nac. Agronomía y Veterinaria** 50 (19):17-22.
- GONELLA, C. A. 2000. Producción de carne en sistemas pastoriles. Publicación Técnica 32. Área de Investigación Estación Experimental Agropecuaria General Villegas, INTA. En: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/07produccion_en_sistemas_pastoriles.htm. Consultado: 31/01/12
- GRASSI, E., M. CAVALLO, B. SZPINIAK y V. FERREIRA. 2003. Estimaciones de la variación en líneas endocriadas de maíz local seleccionadas con fines forrajeros. **XXXII Congreso Argentino y IV Jornada Argentino-Chilenas de Genética. JBAG** 15(2) Suppl.: 125. Huerta Grande, Córdoba.
- GRASSI, E., A. BRUN, B. SZPINIAK y V. FERREIRA. 2005. Evaluación de compuestos de maíz con fines sileros o doble propósito. **XXVIII Congreso Argentino de Producción Animal. RAPA** 25 Suppl.: 1: 177-178.
- GRASSI, E., L. REYNOSO, A. BRUN, A. FERREIRA, E. CASTILLO y V. FERREIRA. 2009. Líneas endocriadas de maíz: materia seca, aptitud combinatoria y agrupamiento según posibilidades de uso. **Rev. Univ. Nac. Río Cuarto** 29 (1-2): 19-36.
- LAUER, J.G., J.G. COORS and P. J. FLANNERY 2001 Forage yield and quality of Corn Cultivars Developed in Different Eras. **Crop Science** 41 (5) 1449-1455.
- LESCANO, F., L. REYNOSO, E. GRASSI y V. FERREIRA 2007. Características del grano en líneas de maíz (*Zea mays* L.) evaluadas en Río Cuarto, Córdoba. **Rev. Univ. Nac. Río Cuarto** 27 (1-2): 19-34.
- LONNQUIST, J. H. 1964 A modification of the ear-to-row procedure for the improvement of maize populations. **Crop Sci.** 4: 227-228.
- MAGYP, 2010. Ganados y Carnes Anuales 2010. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca/ Subsecretaría de Ganadería. Pag 23-40. En www.minagri.gob.ar/site/ganaderia/anuario/pdf. Consultado: 05/08/11.
- MARIOTTI, J. 1986. Fundamentos de la genética biométrica. Aplicaciones al mejoramiento genético vegetal. Ed.OEA, Serie de Monografías Científicas, Biología N° 32, 152pp.
- NESTARES, G., E. FRUTOS y G. EYHERABIDE. 1999. Evaluación de líneas de maíz flint colorado por aptitud combinatoria. **Pesq. Agropec. Bras.** 34 (8): 1399-1406. Brasilia.
- PAPUCCI, S., M. CRUCIANI, A. GONZALEZ y S. PIRLES. 2006. Efectos del sistema de labranza y la fertilización nitrogenada sobre la biología floral en maíz. **Revista Agromensajes** 20: 48 - 56. UN de Rosario.

- PERETTI, M. 2003. Monitoreo económico de los sistemas productivos predominantes del sector agropecuario de Córdoba. Resultados Campaña 2002/03 y Proyección Campaña 2003/04. Vol. VIII 81 p. INTA-UNRC-SAyG Córdoba. Río Cuarto.
- PETERSEN, R. G. 1994. **Agricultural field experiments**. Ed. Marcel Dekker, New York. 409 pp.
- PINTER, L., Z. ALFOLDI, Z. BURUCS and E. PALDI. 1994 Feed value of forage maize hybrids varying in tolerance to plant density. **Agron. J.** 86: 799-804.
- REYNOSO, L. 1996 **Variabilidad genética para macollamiento y rebrote en el género Zea**. MSc. Tesis. Posgrado en Mejoramiento Genético Vegetal. UN de Rosario, Rosario, Argentina.
- SANTINI, F. 2004. Ciclo completo, de terminación y de complementación del sistema pastoril. INTA Balcarce. En: www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/nutricion/feedlot. Consultado: 30-09-09.
- SATORRE, E., R.L. BENECH ARNOLD, G.A. SLAFER, E.B. DE LA FUENTE, D.J. MIRALLES, M.E. OTEGUI y R. SAVIN. 2003. **Producción de Granos: Bases funcionales para su manejo**. Ed. Facultad de Agronomía UBA. Pag. 11-21
- SEVILLA PANIZO, R. 1991. **XIII Curso corto Mejoramiento genético del Maíz**. PROCIANDINO. 180 pp. Quito, Ecuador.
- STEEL, D. y J. TORRIE. 1988. **Bioestadística: Principios y procedimientos**. Segunda edición McGRAW-HILL. 622pp.
- SZPINIAK, B, L. REYNOSO, V. FERREIRA, E. GRASSI y R. LOPEZ OVEJERO. 1996. Maíz doble propósito: primeros resultados de un programa de mejoramiento. **II J. Argentino – Chilena de Genética, XXVII Congr. Arg. De Genética y XXXIX Reunión Anual Soc. de Biología de Chile**. Actas de resúmenes: 144. Viña del Mar. Chile.
- TORRECILLAS M. G. y L. M. BERTOIA. 2000. Aptitud combinatoria para caracteres forrajeros en poblaciones nativas y compuestos raciales de maíz de Argentina. **Invest. Agr. Prod. Prot. Veg.** 15(1-2): 79-90.
- VAN BALEN, L. y R. BRAVO MEDINA. 1974. Observaciones sobre Floración y Viabilidad del Polen en Maíces mejorados y “Criollo”, en la Villa del Rosario, Estado de Zulia. **Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)** 2 (4): 35-49. Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela.
- VIGLIZZO, E., A. PORDOMINGO, M. CASTRO y F. LÉRTOLA. 2002. La sustentabilidad ambiental de la agricultura pampeana. ¿Oportunidad o pesadilla? **Ciencia Hoy** 12(68):38-51.